

На правах рукописи

ПРОХОРОВ ВАДИМ ЕВГЕНЬЕВИЧ

**РЕДКИЕ ВИДЫ СОСУДИСТЫХ РАСТЕНИЙ ФЛОРЫ РЕСПУБЛИКИ
ТАТАРСТАН: ЭКОЛОГО-ЛАНДШАФТНЫЕ ОСОБЕННОСТИ
ХОРОЛОГИИ И ДИНАМИКИ**

03.00.16 — экология

АВТОРЕФЕРАТ

**диссертации на соискание ученой степени
кандидата биологических наук**

Казань — 2006

Работа выполнена на кафедре общей экологии государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования "Казанский государственный университет имени В. И. Ульянова-Ленина"

Научный руководитель: доктор биологических наук,
профессор Рогова Татьяна Владимировна

Официальные оппоненты: доктор биологических наук,
профессор Любарский Евгений Леонидович

кандидат биологических наук,
доцент Вахрамеева Мария Георгиевна

Ведущая организация: Институт экологии природных систем
АН Республики Татарстан

Защита состоится 30 мая 2006 года в ____ часов на заседании Диссертационного совета Д. 212.081.19 при Казанском государственном университете имени В. И. Ульянова-Ленина по адресу: 420008, Республика Татарстан, г. Казань, ул. Кремлёвская д. 18, ауд. 204 экологического факультета.

С диссертацией можно ознакомиться в научной библиотеке им. Н. И. Лобачевского Казанского государственного университета им. В. И. Ленина.

Автореферат разослан " ____ " _____ 2006 г.

Учёный секретарь
диссертационного совета
доктор химических наук,
профессор



Г. А. Евтюгин

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность работы. Деятельность человека, продолжающая изменять природные системы, затрагивает структуру сообществ и ход сукцессий, но в первую очередь она сказывается на многообразии форм жизни. Интенсификация хозяйственной деятельности человека со всё возрастающей быстротой ведёт к замещению естественных природных комплексов их антропогенными вариантами.

Изменение биологического разнообразия является основным и наиболее чувствительным показателем воздействия человека. Принято считать, что биоразнообразие связано с устойчивостью экосистем за счёт увеличения числа звеньев в трофических цепях и роста выравненности потока энергии в разных типах цепей (Пианка, 1981; Одум, 1975). Высокие показатели видового разнообразия зависят, как правило, от большого количества немногочисленных в составе сообществ видов, которые являются наиболее уязвимыми к воздействию человека.

В сохранении биологического разнообразия первостепенное значение имеет охрана редких видов и их местообитаний, которую необходимо осуществлять на всех пространственных уровнях – глобальном, региональном и локальном. Сохранение биологического разнообразия в целом и редких видов в частности объявлено одним из основных направлений государственной политики России в области экологии (Экологическая доктрина РФ, 2002). В 2004 г. была принята основанная на Экологической доктрине РФ Стратегия сохранения редких и находящихся под угрозой исчезновения видов животных, растений и грибов РФ. В числе основных задач Стратегии указаны разработка и внедрение системы категорий и критериев для выявления и классификации редких и находящихся под угрозой исчезновения видов, проведение инвентаризации и составление кадастра редких и находящихся под угрозой исчезновения видов, организация и ведение их мониторинга, создание и ведение Красных книг субъектов Федерации.

Для успешного проведения природоохранных мероприятий необходима разработка региональных концепций охраны редких видов. Наиболее актуальна эта задача для территорий, находящихся на стыке природных зон, мегаэктонов, характеризующихся наиболее высокими значениями биоразнообразия (Кожаринов, Морозова, 1997). Пространственно дифференцированный подход к ведению региональных Красных книг наиболее эффективно обеспечивает охрану видов, возможность существования и воспроизводства которых в большой степени зависит от ландшафтных условий территории.

Цели и задачи исследования.

Цель диссертационной работы состоит в выявлении и анализе закономерностей хорологии редких видов флоры сосудистых растений Республики Татарстан на ландшафтной основе с применением современных средств информационных систем.

В ходе выполнения настоящей работы решались следующие задачи:

1. Разработка критериев отбора и составление списка редких видов растений РТ.
2. Создание информационной системы для накопления, хранения и обработки данных о растительном покрове и редких видах флоры РТ.
3. Анализ хорологии и динамики редких видов по природным районам РТ, создание карт их распространения.

4. Построение модели потенциальных местообитаний редких видов растений РТ и прогноз их распространения.

Научная новизна работы. Разработаны геоинформационная система для накопления и хранения данных о распространении видов региональной флоры и комплекс программ для анализа информации, содержащихся в базе данных. Для территории бореального мегаэктона разработаны критерии формирования списка редких видов сосудистых растений. Выполнен анализ списка редких видов РТ и выявлены экотопологические закономерности их хорологии. Впервые создана пространственная модель и построены карты потенциальных местообитаний редких видов флоры РТ. Выявлены более 550 местонахождений редких видов (в том числе, считавшихся исчезнувшими на территории РТ – *Hupezia selago*, *Scrophularia umbrosa*, *Thalictrum aquilegifolium*, *Gentiana amarella*) и новых для флоры Татарстана видов (*Lathyrus litvinovii*, *Orobanchе krylovii*, *Linum ucranicum* subsp. *uralense*, *Cuscuta epithymum*, *Leymus paboanus*).

Практическая значимость работы. Созданная геоинформационная система является информационной основой рационального использования растительных ресурсов, применяется для мониторинга состояния популяций видов, внесённых в Красную книгу РТ, проведения ОВОС различных объектов (ОВОС ОАО "Татнефть", генеральный план г. Казани), научных и учебных задач. Система применялась при подготовке последней сводки по флоре РТ (Бакин и др., 2000), Атласа РТ (2005).

В результате проведённых исследований подготовлены предложения по ведению и структуре Красной книги РТ. Подготовлены и переданы в Минприроды РТ обоснования для организации ряда ООПТ на территории РТ. Полученные результаты применяются также в учебном процессе на экологическом факультете Казанского государственного университета в разработанных автором курсах "Видовое разнообразие", "Биоразнообразие и методы его исследования", "Информационные флористические и фаунистические базы данных".

Апробация работы. Основные положения диссертации докладывались и обсуждались на совещании "Компьютерные базы данных в ботанических исследованиях" (С.-Петербург, 1997), совещании "Информационно-поисковые системы в зоологии и ботанике" (С.-Петербург, 1999), рабочем совещании "Проблемы создания ботанических баз данных" (Новосибирск, 2000), школе-семинаре по сравнительной флористике памяти Толмачёва (Йошкар-Ола, 2000), Международном Симпозиуме "Информационные системы по биоразнообразию видов и экосистем" (С.-Петербург, 2003), Юбилейной научной конференции "Университетская география" (Москва, 2004), конференции "Актуальные экологические проблемы Республики Татарстан" (Казань, 2004), итоговых научных конференциях КГУ (Казань, 2004, 2006), Всероссийской научной конференции "Современные аспекты экологии и экологического образования" (Казань, 2005).

Публикации. По материалам выполненных исследований опубликовано 12 печатных работ.

Положения, выносимые на защиту.

1. Аннотированный список редких видов флоры сосудистых растений РТ, подготовленный на основе территориально дифференцированного подхода к оценке категорий редкости и рекомендуемый для формирования регионального кадастра включает 503 вида.
2. Созданные в составе региональной геоинформационной системы базы данных о редких видах флоры, наряду с таксономической, биоморфологической и экологической информацией, включают ареалогические сведения, региональное распространение, привязанность к элементам ландшафта и типам фитоценозов.
3. Ландшафтный и экотопологический анализ распространения редких видов растений, находящихся на северной и южной границе ареалов, показывает большую уязвимость бореальных видов и перспективную возможность расселения степных видов.
4. Создана пространственная вероятностная модель потенциальных местообитаний редких видов растений, которая учитывает экологические свойства видов, их ландшафтное и ценотическое распределение.

Декларация личного участия автора. В основу работы были положены исследования, начатые автором в 1996 г. Сбор полевого материала (включая гербарные коллекции), разработка информационной системы, пополнение базы данных, построение модели потенциальных местообитаний редких видов флоры РТ выполнены автором самостоятельно.

Структура и объем диссертации. Диссертация состоит из введения, 6 глав, списка литературы и приложения. Работа изложена на 137 страницах машинописного текста, включает 8 таблиц, 35 рисунков. В приложении на 44 страницах приведён аннотированный список редких видов флоры сосудистых растений РТ. Список литературы включает 180 наименований, в том числе 26 на иностранных языках.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

ГЛАВА 1. РЕДКИЕ ВИДЫ — СОСТАВЛЯЮЩИЕ РЕГИОНАЛЬНОГО БИОРАЗНООБРАЗИЯ И СОВРЕМЕННЫЕ ПОДХОДЫ ИХ ИЗУЧЕНИЯ

Рассматриваются теоретические основы изучения редких видов — понятия терминов "редкий" и "исчезающий" вид, основные причины редкости видов, классификации редких видов. Обсуждаются основные аспекты изучения распространения видов растений — хорологии флоры, использование геоинформационных систем (ГИС), крупные международные проекты по инвентаризации и изучению хорологии. Разбираются подходы по оценке биохорологического разнообразия, в частности, метод "суррогатов" заключающийся в применении определённой группы видов для оценки общего биоразнообразия. Обосновывается роль Красных книг как инструмента охраны редких и исчезающих видов. Приведена краткая история изучения редких видов на территории Татарстана.

Рассматриваются общие принципы организации информационных систем, существующие в России и за рубежом ботанические информационные системы: таксономические, геоботанические, флористические, коллекций ботсадов, гербарных коллекций, виртуальных коллекций, компьютерных идентификационных систем.

ГЛАВА 2. ПРИРОДНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАЙОНА ИССЛЕДОВАНИЯ

В главе даётся физико-географическое описание территории Республики Татарстан: характеристика рельефа, климата, подстилающих пород, почв, растительного покрова согласно современному природному районированию (рис.1) (Бакин и др., 2000).

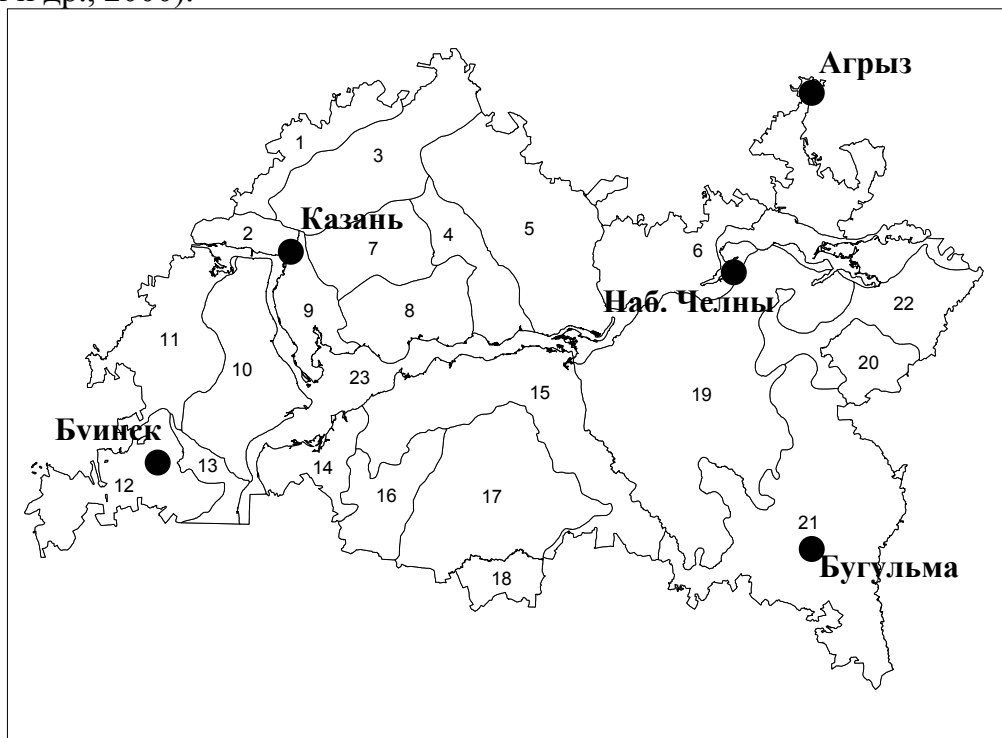


Рис. 1. Природное районирование РТ

Природные районы: 1. Илетско-Ашитский; 2. Западно-Казанский; 3. Казанский; 4. Мешинско-Шумбутский; 5. Правобережно-Вятский; 6. Елабужско-Предкамский; 7. Нижне-Мешинский; 8. Прикамский; 9. Волго-Мешинский; 10. Волго-Свияжский; 11. Цивиль-Кубнинский; 12. Средне-Свияжский; 13. Приволжский; 14. Болгарский; 15. Закамско-Чистопольский; 16. Западно-Закамский; 17. Черемшанский; 18. Кондурчинский; 19. Зай-Шешминский; 20. Заикский; 21. Бугульминский; 22. Актанышский; 23. Район водохранилищ.

ГЛАВА 3. МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

При проведении анализа распространения редких видов и моделировании их потенциальных местообитаний использованы публикации о флоре Татарстана и данные гербариев Казанского университета (KAZ), экологического факультета КГУ, Казанского педагогического университета, БИН РАН (LE). Кроме того, использовались материалы авторских полевых наблюдений (описаний растительности и флористических находок) сотрудников, студентов и аспирантов экологического факультета КГУ, собранных в период с 1984 по 2005 гг. Значительную часть составляют данные, собранные лично автором в период с 1996 по 2005 гг. — более 300 описаний и более 500 образцов гербария. Протяжённость 45 маршрутов, пройденных автором за время проведения исследований, составляет около 1500 км. В качестве первичных данных в работе были использованы свыше 3500 описаний растительности, 20000 флористических находок и 800 гербарных сборов.

В работе активно использовались картографические материалы: общегеографическая электронная карта РТ масштаба 1:200 000, электронная карта растительных формаций РТ масштаба 1:200 000, электронная карта типов местностей

РТ масштаба 1:200 000, электронная карта природного районирования РТ масштаба 1:200 000.

Для хранения и обработки материалов автором была создана автоматизированная информационная система "Флора", куда были занесены используемые флористические и картографические данные.

Построение сеток, операции с ними и интерполяция данных были проведены с помощью пакета Surfer 8.0, работа с электронными векторными картами осуществлялась в пакете MapInfo 6.0, расчёты встречаемости и векторов вероятностей по экологическим факторам проводились средствами ИС "Флора" под управлением СУБД FoxPro 2.5.

В работе применялись разнообразные методы исследований: эколого-флористический, сравнительной флористики, компьютерного картографирования, математического моделирования, использовались фитоиндикационные шкалы Цыганова (1983).

ГЛАВА 4. СТРУКТУРА ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ "ФЛОРА"

В рамках формирования региональной ГИС на экологическом факультете КГУ при непосредственном участии автора была создана информационная система "Флора", служащая для накопления, хранения и обработки информации о растительном покрове РТ. "Флора" представляет собой систему баз данных, содержащих информацию о видовом составе растительного покрова и эколого-ландшафтную характеристику той или иной территории, а также различную справочную информацию о видах, произрастающих на территории РТ. Данные имеют координатную привязку на электронной карте масштаба 1:200 000.

Поддержка БД осуществляется специально написанным автором программным комплексом, включающим в себя оболочку для просмотра и редактирования данных, программ для технического обслуживания БД и программ обработки и анализа данных.

Так как источниками информации служили самые различные материалы (геоботанические описания, гербарные образцы, публикации, флористические находки), база данных имеет довольно развитую структуру (рис. 2).

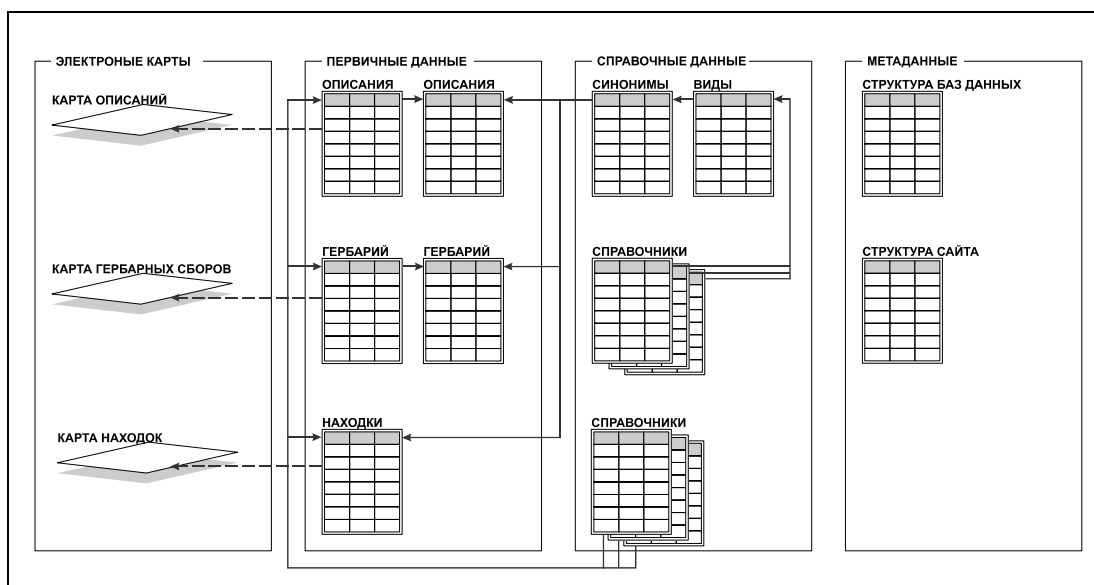


Рис. 2. Структура баз данных ИС "Флора"

Система состоит из четырех крупных разделов: **первичные данные:** описания, гербарий и находки; **справочные данные:** таксономические (по видам флоры РТ и их синонимам), атрибуты видов (эколого-ценотические группы, типы ареалов, жизненных форм, категории охраняемости), атрибуты местонахождений (типы растительных формаций, топологические элементы ландшафта, природный район, литературный источник); **электронные карты; метаданные.**

Для обработки содержащейся в базе данных информации автором написаны ряд сервисных программ для анализа и экспорта данных.

ГЛАВА 5. РЕДКИЕ ВИДЫ ФЛОРЫ СОСУДИСТЫХ РАСТЕНИЙ ТАТАРСТАНА: СТРУКТУРА И ХОРОЛОГИЯ

5.1. Критерии составления списка редких видов флоры РТ

Учитывая многообразие причин сокращения численности и встречаемости видов, неоднозначность критериев отнесения их к категориям охраняемости была предпринята попытка проведения системного анализа комплекса всех имеющихся в составе информационной системы данных. На основе системного подхода были определены критерии для выделения редких видов и проведено их ранжирование по степени редкости и необходимости в охране.

В основу критериев отбора редких видов на территории Татарстана был положен принцип, характеризующий особенности структуры ареалов. При составлении списка исследуемых видов в значительной степени учитывались необходимость охраны видов и естественно-исторические особенности территории республики, находящейся на границе природных зон.

Предложенные критерии включают следующие группы:

- Принадлежность к видам, находящимся на границе ареала.
- Принадлежность к эндемичным видам.
- Принадлежность к видам, встречающимся редко в пределах ареала.
- Принадлежность к видам, классические местонахождения которых находятся на территории Татарстана.
- Принадлежность к реликтовым видам.
- Принадлежность к видам с дизъюнктивным ареалом.

Несмотря на соответствие вышеуказанным критериям, в состав исследуемых редких видов не вошли виды следующих групп:

- Виды адвентивной флоры – рудеральные, сегетальные и одичавшие культурные виды растений (в том числе редкие и даже исчезающие – так называемые "реликтовые сорняки").
- Виды, находящиеся вблизи границы ареала, но повсеместно распространенные в республике и имеющие высокую встречаемость.
- Виды, малоизученные в систематическом плане – сборные, виды таксономически сложных групп, гибридогенные таксоны, распространение которых на территории Татарстана малоизучено.

Таким образом, наиболее значимыми критериями определения категорий редкости видов, наряду с традиционно используемыми численностью и встречаемостью, являются биогеографические, хорологические и экотопологические характеристики видов.

5.2. Структура состава редких видов

В перечень редких для территории Татарстана было включено 503 вида сосудистых растений, относящихся к 279 родам и 87 семействам, что составляет 31.2% природной флоры республики. Подготовлен аннотированный список редких видов. На долю 15 наиболее крупных семейств приходится 346 видов, это более двух третей (68.9%) списка исследуемых видов (табл. 1).

Таблица 1.

Число редких видов в пятнадцати ведущих семействах.

Ранг	Семейство	Число редких видов	Доля в списке редких видов РТ, %	Доля видов во флоре РТ, %	Ранг во флоре РТ
1	<i>Asteraceae</i>	63	12.5	26.7	1
2	<i>Poaceae</i>	55	11.0	36.9	2
3	<i>Fabaceae</i>	36	7.2	38.7	3
4	<i>Cyperaceae</i>	32	6.4	38.6	5
5	<i>Orchidaceae</i>	29	5.8	96.7	14-15
6	<i>Caryophyllaceae</i>	25	5.0	37.3	7
7-8	<i>Rosaceae</i>	17	3.4	18.7	4
7-8	<i>Brassicaceae</i>	17	3.4	21.3	6
9-10	<i>Lamiaceae</i>	16	3.2	29.1	9
9-10	<i>Apiaceae</i>	16	3.2	35.6	10
11-12	<i>Ranunculaceae</i>	12	2.4	30.8	11-12
11-12	<i>Scrophulariaceae</i>	12	2.4	20.3	8
13	<i>Ericaceae</i>	9	1.8	100.0	> 20
14	<i>Rubiaceae</i>	7	1.4	29.2	17
15	<i>Potamogetonaceae</i>	6	1.2	20.7	16
	Остальные	156	31.1	29.9	

Спектр ведущих семейств редких видов в своей основе повторяет спектр семейств флоры РТ, что подтверждает возможность их использования в качестве "суррогатов" при мониторинге биоразнообразия. Первые три места занимают семейства *Asteraceae*, *Poaceae*, *Fabaceae*. Практически все виды семейств *Orchidaceae* и *Ericaceae* являются в Татарстане редкими.

Родовой спектр редких видов флоры РТ выглядит таким образом: *Carex* – 19 видов, *Astragalus* – 17, *Dianthus* и *Stipa* – по 9, *Festuca* и *Dactylorhiza* – по 7, *Euphorbia*, *Senecio*, *Viola* и *Potamogeton* – по 6, *Thymus*, *Artemisia*, *Alyssum*, *Serratula* и *Galatella* – по 5, остальные 264 рода содержат 390 видов, что составляет 77.7% списка редких растений РТ. Все 9 видов ковылей (*Stipa*) (рис. 2) и почти все астрагалы (*Astragalus*) являются на территории Татарстана редкими. Наибольшее количество редких осок наблюдается в террасово-долинных районах: Западно-Казанском – 12 видов – и Елабужско-Предкамском – 8 видов. Во многих "лесных" Предкамских природных районах (Илетско-Ашитском, Мешинско-Шумбутском, Правобережно-Вятском, Нижне-Мешинском) лидирует по количеству видов род *Pyrola* с четырьмя видами (рис. 3).

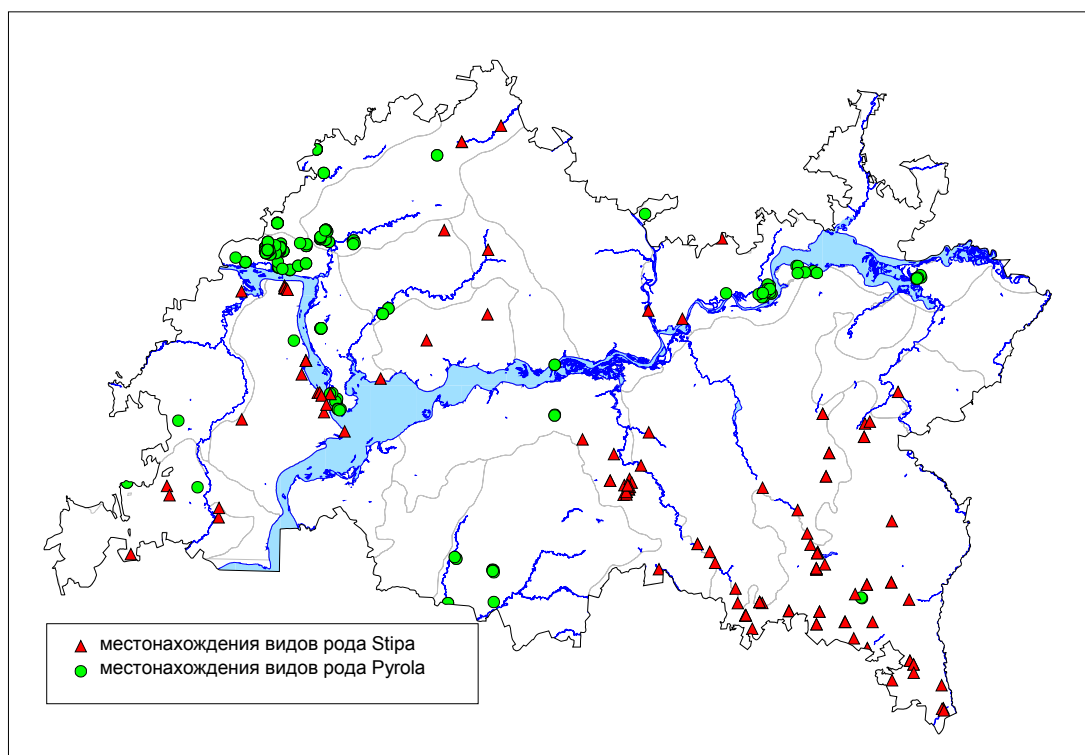


Рис. 3. Карта распространения видов родов *Stipa* и *Pyrola*.

Рассматривая **эколого-ценотическую принадлежность** редких видов флоры Татарстана, необходимо отметить, что наиболее уязвимыми, в отношении флористических потерь, являются сообщества каменистых и луговых степей, верховых болот, влажных заливных лугов и таёжных лесов — четверть редких видов относится к степным, 8% — к растениям верховых болот, 7% — к растениям влажных пойменных лугов и почти 7% к таёжным видам. Повышенная доля видов солонцеватых лугов наблюдается в Бугульминском природном районе — 3.6%, что может быть связано не только с наличием естественных местообитаний, но и с антропогенным воздействием на ландшафты при добыче нефти.

Спектр **жизненных форм** списка редких видов не сильно отличается от такового для флоры республики в целом — первое и второе места занимают гемикриптофиты и криптофиты. Наибольшее количество терофитов зафиксировано в Бугульминском районе — 9.0%, а гелофиты преобладают в самом "влажном" Елабужско-Предкамском природном районе.

В Татарстане отмечено 23 вида сосудистых растений, включённых в Красную книгу России. Четыре вида из них (*Hedysarum razoumovianum*, *Iris pumila*, *Lathyrus litvinovii*, *Liparis loeselii*) не включены в Красную книгу РТ, так как факт их произрастания на территории РТ был зафиксирован после подготовки первого издания Красной книги РТ. В наиболее благоприятном состоянии находятся популяции *Hedysarum grandiflorum*, *Globularia punctata*, *Cypripedium calceolus* и *Stipa pennata*, а уже исчезнувшими из флоры республики можно считать *Cypripedium macranthon*, *Calypso bulbosa* и *Cladium mariscus*.

Оценка статусов редких видов флоры РТ, проведённая в соответствии с категориями охраняемости, утверждёнными МСОП, показала, что к категории Ex (0, по-видимому исчезнувшие) относится 13 видов, к категории Cr (1, критически угрожаемые) — 88 видов, к категории En (2, угрожаемые) — 129 видов, к категории Vu (3, уязвимые) — 124 вида, к категории DD (4, недостаточно данных) отнесено 13 видов (рис. 4).

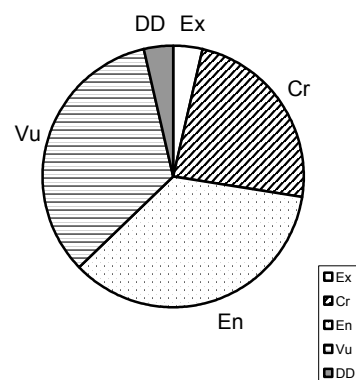


Рис. 4. Распределение категории охраняемости видов, предложенных во второе издание Красной книги РТ.

Таким образом, предложено для включения во второе издание Красной книги РТ 368 видов сосудистых растений. Из списка Красной книги РТ (1995) предлагается исключить 102 вида сосудистых растений, среди которых:

- виды растений, численность популяций которых не вызывает опасений за их благополучное существование: *Adonis vernalis*, *Amoria fragifera*, *Brachypodium sylvaticum* и др.;
- виды растений ошибочно включенные в список видов флоры РТ, достоверность находок которых не подтверждается гербарными сборами (*Viola odorata*, *Oxytropis songarica*, *Batrachium aquatile* и др.);
- заносные виды растений, многие из которых являются адвентивными рудералами.

В новый список редких и охраняемых видов растений Красной книги РТ предлагается включить 53 вида, не приводившихся в первом издании (1995). Включение новых видов обусловлено как фактом обнаружения новых для РТ видов растений, не отмечавшихся ранее, изменением таксономического статуса вида, так и уточнением встречаемости и обилия видов редких во флоре РТ.

Учитывая рекомендации разработчиков последнего издания Красной книги России (Красная книга России: правовые акты, 2000), помимо основного списка и видовых очерков подготовлено Приложение к Красной книге РТ — список видов, нуждающихся в контроле за состоянием их популяций и охране в определённых регионах республики. Аннотированный список таких видов делает возможным территориально дифференцированный подход к их охране, что необходимо при проведении ряда различных природоохранных работ. В список Приложения нами предложены 98 видов сосудистых растений.

5.3. Хорология редких видов флоры РТ.

Распределение количества редких видов по природным районам РТ указано в табл. 2.

Таблица 2.

Распределение количества редких видов по природным районам РТ.

№	Природный район	Количество редких видов	Доля от всех редких видов РТ, %	Доля общей флоры района, %
1.	Илетско-Ашитский	110	21.9	12.1
2.	Западно-Казанский	233	46.3	19.5
3.	Казанский	127	25.2	13.5
4.	Мешинско-Шумбутский	105	20.9	11.6
5.	Правобережно-Вятский	107	21.3	11.9
6.	Елабужско-Предкамский	195	38.8	18.8
7.	Нижне-Мешинский	91	18.1	10.7
8.	Прикамский	82	16.3	10.0
9.	Волго-Мешинский	134	26.6	14.6
10.	Волго-Свияжский	132	26.2	14.3
11.	Цивиль-Кубнинский	133	26.4	14.5
12.	Средне-Свияжский	113	22.5	13.2
13.	Приволжский	82	16.3	10.0
14.	Болгарский	71	14.1	8.9
15.	Закамско-Чистопольский	166	33.0	20.9
16.	Западно-Закамский	77	15.3	8.3
17.	Черемшанский	98	19.5	11.8
18.	Кондурчинский	82	16.3	10.4
19.	Зай-Шешминский	113	22.5	13.2
20.	Заикский	111	22.1	13.4
21.	Бугульминский	223	44.3	22.3
22.	Актанышский	37	7.4	5.1
23.	Район водохранилищ	55	10.9	6.9

Ареалогический анализ списка редких видов РТ показывает преобладание видов с достаточно широкими ареалами — евро-западноазиатских (12.0%), восточноевропейско-западноазиатских (12.0%) и европейских (10.4%), высокую долю имеют также голарктические (7.8%), евро-югозападноазиатские (7.5%), циркумбореальные (6.0%) и евроазиатские (5.6%) виды. Большинство редких видов растений находятся в Татарстане на северной и южной границах ареалов.

Виды, находящиеся на северной границе ареала. В пределах Татарстана на северной границе ареала находится 161 вид (32.1% от числа редких видов) из 100 родов и 37 семейств. Северную границу ареала в Татарстане имеют преимущественно евро-западноазиатские, восточноевропейско-западноазиатские, евро-югозападноазиатские и евроазиатские виды. Кроме того, в эту группу входят также семь эндемичных видов (что составляет 28% всех эндемиков, произрастающих в Татарстане), среди которых 3 вида эндемиков Среднего Поволжья

(*Gypsophila zhegulensis*, *Astragalus zingeri* и *Asperula exasperata*), 2 вида эндемиков Среднего и Нижнего Поволжья (*Stachys wolgensis* и *Thymus cimicinus*) и 2 вида эндемиков Волго-Донского междуречья и Заволжья (*Astragalus henningii* и *Polygala cretaceae*). Подавляющее большинство видов, находящихся на северной границе своего распространения характерно для тех или иных степных сообществ, велика также доля видов засоленных субстратов. Единично встречаются на северном пределе распространения 13 видов растений (*Inula germanica*, *Tanacetum achilleifolium*, *Thellungiella salsuginea*, *Eleocharis klingeii*, *Astragalus brachylobus*, *Salvia glutinosa*, *Thymus cimicinus*, *Peplis alternifolia* и др.). Уже исчезнувшими считаются *Inula ensifolia* и *Saussurea amara*.

Виды, находящиеся на восточной границе ареала. Сюда относятся 34 вида растений из 33 родов и 23 семейств (6.7% от всех редких видов РТ). Две трети видов (67.6%) относятся к европейским, 4 вида (11.8%) – к евроюгозападноазиатским, 3 вида (8.8%) – к голарктическим. Четыре вида (*Cladium mariscus*, *Anemonoides nemorosa*, *Thalictrum aquilegifolium*, *Melampyrum sylvaticum*) считаются исчезнувшими на территории республики, однако указание на произрастание *Anemonoides nemorosa* на территории Татарстана кажется нам сомнительным, а *Thalictrum aquilegifolium* был нами обнаружен в 2005 году в 79 кв. Раифского участка Волжско-Камского заповедника. Пять видов известны по единичным находкам (*Chaerophyllum aromaticum*, *Erigeron droebachiensis*, *Genista germanica*, *Geranium bohemicum*, *Ribes spicatum*).

Виды, находящиеся на южной границе ареала. В Татарстане на южной границе ареалов находятся 78 видов, относящихся к 57 родам и 30 семействам (15.5 % редких видов). В систематической структуре наиболее богатыми семействами являются *Cyperaceae* – 14 видов (18.0%), *Ericaceae* – 9 видов (11.5%), *Orchidaceae* – 7 видов (9.0%), *Pyrolaceae* и *Poaceae* – по 6 видов (7.7%). Таксономическая структура списка видов, находящихся на южной границе ареала, сильно отличается от таковой списка редких видов в целом. Наибольшую долю имеют циркумбореальные (29.5%) и голарктические (24.4%) виды. На южном пределе распространения в Татарстане отмечены два вида ястребинок, являющихся эндемиками южнотаёжной полосы России – *Hieracium arcuatidens* и *H. submedianum*. По эколого-ценотическим характеристикам лидируют виды верховых болот (42.3%) и лесные бореальные виды (29.5%), на долю видов других групп приходится около 25%. Сравнительно высокая доля хамефитов (24.4%) и гелофитов (7.7%) обусловлена большим количеством редких видов сфагновых болот, находящихся на южной границе распространения. Исчезнувшими на территории РТ считаются семь видов – *Trichophorum alpinum*, *Drosera anglica*, *Drosera x obovata*, *Empetrum nigrum*, *Calluna vulgaris*, *Lycopodiella inundata*, *Calypso bulbosa*, шесть из них являются видами верховых болот. Девять видов растений, находящихся на южной границе ареала, относят к реликтовым, причем они составляют почти половину всех реликтов, произрастающих в Татарстане. К гляциальным (ледниковым) реликтам принадлежат 8 видов (*Betula humilis*, *Eriophorum vaginatum*, *Andromeda polifolia*, *Calluna vulgaris*, *Chamaedaphne calyculata*, *Ledum palustre*, *Oxycoccus palustris*, *Scheuchzeria palustris*), один вид – *Phegopteris connectilis* – к горно-таёжным позднеплейстоценовым реликтам. Единичными находками отмечены 10 видов – *Carex vaginata*, *Avenella flexuosa*, *Calamagrostis neglecta*, *Sparganium glomeratum* и др.. Известные ранее по единичным находкам в Раифском участке ВКГПЗ орхидеи *Corallorrhiza trifida* и *Malaxis monophyllos*

(Список..., 1968) были обнаружены нами в Зеленодольском и Алькеевском районах соответственно.

Виды, находящиеся на западной границе ареала. Семнадцать видов флоры республики находятся на западной границе своего обитания (3.4% редких видов). Преобладают восточноевропейско-азиатские (35.3%) и восточноевропейско-сибирские (17.6%) виды. Два вида (*Hieracium trichocymosum* и *Knautia tatarica*) являются эндемиками Волго-Уральского региона. Большинство видов, находящихся на западной границе ареала, принадлежат к лесным бореально-неморальным (29.4%), лесо-луговым (23.5%) и неморальным (17.6%). Один вид – *Anemonoides altaica* – относят к реликтовым. *Cypripedium macranthum* вероятно исчез с территории Татарстана.

Распространение Приуральских эндемиков. Среди видов, находящихся на западных границах своего ареала, особого внимания заслуживают эндемики Урала и Приуралья. Они делятся на две группы: горно-степные эндемики и эндемики широколиственных лесов (Горчаковский, Шурова, 1982). Первая группа представлена в Татарстане семью видами: *Oxytropis hippolytii*, *O. spicata*, *Serratula gmelinii*, *Thymus bashkiriensis*, *Th. talijevii*, *Hieracium trichocymosum*, *Elymus uralensis*. Ко второй группе относятся лишь три вида: *Cicerbita uralensis*, *Knautia tatarica* и *Lathyrus litvinovii*. В настоящее время на территории Татарстана отчетливо наблюдается тенденция расселения *Knautia tatarica* и, особенно, *Cicerbita uralensis* с востока на запад. Так, на 1995 год для *Knautia tatarica* указывается лишь два местонахождения в Верхнеуслонском и Азнакаевском районах РТ (Красная книга..., 1995), однако в течение нескольких следующих лет нами обнаружены новые находки этого вида в Арском, Сабинском и Кукморском районах РТ. Известны также находки из Агрызского и Елабужского районов РТ (Баранова, 2000; данные экспедиций КГУ). Что касается *Cicerbita uralensis*, то в настоящее время этот вид достаточно широко распространен в лиственных лесах в пределах Предкамья. Новый вид для флоры Татарстана — *Lathyrus litvinovii* — был найден нами в 2005 г. на территории урочища Чекан (участка ГПКЗ "Чатыр Тау"), где он является обычным видом лесных опушек и лугов.

5.4. Экотопологические закономерности распространения редких видов в ландшафте.

Изучение внутриландшафтных особенностей распространения видов лежит в развитии ландшафтной, или экотопологической, флористики (Юрцев, 1991). Флоры ландшафтов (в ранге конкретных флор по Б. А. Юрцеву (1991)), являясь устойчивыми природными образованиями, имеют ряд особенностей, связанных с внутриландшафтным разнообразием экотопов. Основываясь на ландшафтном подходе изучения флор, целесообразно рассматривать разнообразие экотопов и связанные с ним особенности хорологии видов растений, опираясь на топологические элементы ландшафта. Топологические элементы, представляющие горизонтальную структуру ландшафта, определяются особенностями рельефа, так как именно рельеф большей частью влияет на перераспределение тепла и влаги и определяет неоднородность проявления экологических факторов внутри ландшафта. В нашем понимании топологические элементы ландшафта наиболее близки к морфогенетическим группам рельефа. В настоящей работе нами обсуждаются закономерности хорологии редких видов сосудистых растений в зависимости от следующих топологических элементов ландшафта: 1.

водоразделы и приводораздельные склоны; 2. крутые склоны овражно-балочных систем и долин малых и средних рек; 3. днища овражно-балочных систем и поймы малых рек; 4. террасовый комплекс крупных рек; 5. пойменный комплекс крупных рек.

Плакорные (водораздельные) участки и приводораздельные склоны представлены экотопами, которые характеризуются зональными типами экологических процессов и определяются, в первую очередь, устойчивым рельефом и стабильным распределением тепла и влаги (Вальтер, Алёхин, 1936). Анализ показывает, что для флор зональных экотопов практически всех экологических регионов РТ, занятых как производными, так и условно-коренными сообществами, доля редких видов невелика и колеблется от 1 до 5%. В климаксных сообществах в процессе эволюции формируется комплекс видов, экологические ниши которых "плотно упаковываются" в существующий экотоп и удерживают ресурсы, не допуская чуждые этому комплексу виды (Джиллер, 1988). Среди редких видов, обитающих в ненарушенных зональных ценозах Предкамья — *Pyrola rotundifolia*, *P. media*, *Ajuga reptans*, *Neottia nidus-avis* и *Hypopitis monotropa*. Ряд видов (*Arctium nemorosum*, *Cicerbita uralensis*, *Knautia tatarica* и, в какой-то степени, *Festuca altissima*), являясь r-стратегами, поселяются в нарушенных местообитаниях — на просеках, опушках, ветровалах и осветлённых местах.

Флора экотопов водоразделов и приводораздельных склонов Предволжья РТ в своём составе содержит степные и лесостепные редкие виды: *Stipa pennata*, *Cerasus fruticosa*, *Bromopsis benekenii*, *Festuca valesiaca*, а также виды неморального комплекса: *Fraxinus excelsior*, *Neottia nidus-avis* и др., что обусловлено зональными особенностями этой территории.

Рассматривая плакорные и приводораздельные местности Восточно-Закамского лесостепного экологического региона, необходимо отметить их резкое отличие от остальной территории республики, так как доля редких видов в них существенно выше. Это обусловлено природными условиями региона, в богатой "южной" флоре которого преобладают степные виды. Кроме того, регион находится на Бугульминско-Белебеевской возвышенности, где в силу природно-исторических условий сформировалась своеобразная, отличная от остальной территории Татарстана, флора. Обладая рядом присущих региону условий рельефа, в её составе содержится большое количество узкоареальных и эндемичных видов юго-восточной Европы и Приуралья, не распространённых в других экологических регионах РТ.

Несмотря на то, что плакорные и приводораздельные поверхности представляют зональные экотопы, внутренняя их неоднородность и осложнённость рельефа карстовыми формами определяет наличие в них и интразональных участков, в частности, некрупных водоёмов и болот, которые также являются местообитаниями редких видов сосудистых растений.

Овражно-балочные системы (ОБС) и крутые склоны долин рек, являющиеся "неудобьями" для пахотного и лесного хозяйства, избежали распашки и таким образом в большей степени сохранили признаки природной растительности, в различной степени трансформированной человеком. ОБС являясь важным элементом для распространения растений, выполняют миграционные и резервационные функции.

ОБС и долины являются удобными путями **миграции и распространения** растений. Это связано с несколькими причинами:

1. *Воздушные потоки.* Благодаря значительной протяженности и понижению рельефа местности создаются благоприятные условия для направленных воздушных потоков, переносящих и концентрирующих семена анемохорных видов растений (среди которых, как правило, преобладают степные, луговые и рудеральные).
2. *Гравитационные силы.* Уклоны рельефа делают возможным перенос семян растений с плакорных участков на более низкие высотные отметки – склоны и днища ОБС, где подхватываемые водными потоками они могут переноситься на значительные расстояния по направлению к устью.
3. *Разнообразие экологических и биотических факторов.* На профиле ОБС существует широкий спектр по всем экологическим факторам: свету, влажности, температуре (в большой степени зависит от двух предыдущих факторов). Благодаря этому разнообразию возникает большое разнообразие и растительных сообществ, что создает благоприятные ценоотические условия для произрастания многих видов растений и дальнейшей их миграции (рис. 5).

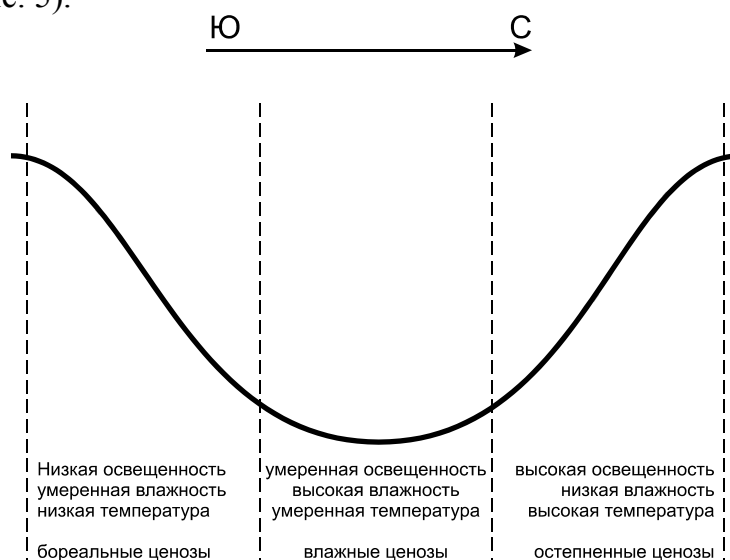


Рис. 5. Схема распределения экотопов в овражно-балочных системах и долинах малых и средних рек.

Таким образом, ОБС представляют собой пути продвижения южных степных (лугостепных, лесостепных) видов на север, а бореальных северных – на юг. Известное правило предвращения Вальтера–Алёхина справедливо не только для растительности, но и для флоры.

ОБС и долины малых рек выполняют также роль своеобразных **"резерватов"** для сохранения редких видов. Так, вымирающие горно-таёжные папоротники *Rhizomatospteris sudetica*, *Gymnocarpium robertianum*, *Phegopteris connectilis*, *Diplazium sibiricum* в настоящее время сохранились лишь в труднодоступных лесных оврагах севера республики. Большая часть популяций *Cypripedium calceolus* и некоторых других кальцефильных орхидей связана с крутыми оврагами и склонами долины Волги в Предволжье Татарстана. В Закамье и южном Предволжье остатки нераспаханных луговых и каменистых степей расположены только на крутых склонах долин малых и средних рек и лишь здесь произрастают южные *Ephedra distachya*, *Thymelaea passerina*, *Crambe tatarica* и др. Именно

на крутых склоновых элементах ландшафтов отмечено наибольшее количество редких видов сосудистых растений.

Благодаря комбинации резервационной и миграционной функций овражно-балочные системы играют большую роль в охране редких видов растений, что необходимо учитывать при проектировании сети ООПТ и хозяйственном использовании территории.

Отдельную и важную функцию в связи с сохранением и миграцией видов растений имеют **долины крупных рек**. На территории Татарстана это, в первую очередь, долина Волги, имеющая направление с севера на юг и служащая своеобразным путём проникновения бореальных видов и сообществ на юг. Выровненные и возвышенные поверхности высоких террас отличаются преобладанием бореальных видов, доля содержания которых составляет до 50% списков редких видов. Западинистые элементы террасовых ландшафтов являются единственными местами распространения сфагновых верховых и переходных болот, с которыми облигатно связаны такие виды как *Hammarbya paludosa*, *Vaccinium uliginosum*, *Corallorrhiza trifida*, *Malaxis monophyllos*, *Rhynchospora alba*, *Drosera rotundifolia* и др. В достаточно крупных незаросших озёрах, располагающихся в котловинах западинистых элементов террас (оз. Лебяжье и Ильинское) были известны ранее находки *Isoetes lacustris* и *Elatine hydropiper*, ныне, по видимому, исчезнувших из-за эвтрофикации.

Видовой состав **пойм** весьма своеобразен и богат уязвимыми видами растений. Их можно разделить на виды пойменных лугов и виды пойменных водоёмов. К первой группе относятся *Galatella rossica*, *Senecio fluviatilis*, *S. tataricus*, *Gentianella pneumonanthe*, *Althaea officinalis*, *Plantago maxima*, ко второй — уже исчезнувший *Cladium mariscus* и считавшийся исчезнувшим *Nymphoides peltata*, *Caulinia minor*, *Najas major*. Два последних вида, возможно являющихся на территории Татарстана исчезающими реликтами атлантического периода были обнаружены нами в 2005 г. в акватории бывшего Игимского озера (Мензелинский район). Наибольшую угрозу для их местообитаний представляет подъём уровня Нижнекамского водохранилища до проектной отметки.

ГЛАВА 6. ПРОГНОЗНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПОТЕНЦИАЛЬНЫХ МЕСТООБИТАНИЙ РЕДКИХ ВИДОВ РАСТЕНИЙ

Современные информационные системы позволяют оперировать большим объемом многолетних данных. Привлечение тематической информации, содержащейся в ГИС, позволяет выявлять закономерности распределения видов и на этой основе осуществлять прогноз его динамики.

Для построения пространственной модели потенциальных местообитаний редких видов растений нами была предпринята попытка вероятностной оценки соответствия условий каждого местообитания эколого-ландшафтным требованиям конкретного редкого вида. Модель состоит из трех компонентов:

1. соответствующий экологическим требованиям вида;
2. отражающий ландшафтную приуроченность вида; этот компонент состоит из двух составляющих, учитывающих встречаемость вида в морфогенетических элементах рельефа (выделам ранга сложных урочищ и местностей) и встречаемость вида в природных районах;
3. отражающий приуроченность вида к фитоценоотическим выделам ранга растительных формаций.

Результатом первой модели должна быть оценка соответствия экотопа экологической нише вида. В качестве основы для решения задачи в нашем случае были взяты индикационные шкалы Цыганова (Цыганов, 1983), которые имелись для 1058 видов флоры республики. Была проведена оценка экологических условий для каждого местообитания с учётом полного списка геоботанических описаний и с помощью традиционного метода пересечения большинства интервалов шкал. Полученные интервалы значений были преобразованы в векторы вероятностного распределения параметров среды — для каждого экологического фактора диапазон его значений был трансформирован в ряд вероятностей. Для каждого местообитания был получен вектор, состоящий из 121 значения 8 факторов среды: температуры (17 ступеней), континентальности (15 ступеней), криоклиматичности (15 ступеней), увлажнения почвы (23 ступени), кислотности почвы (13 ступеней), азотообеспеченности почвы (11 ступеней), солевого богатства почвы (18 ступеней), освещенности (9 ступеней) (рис. 6).

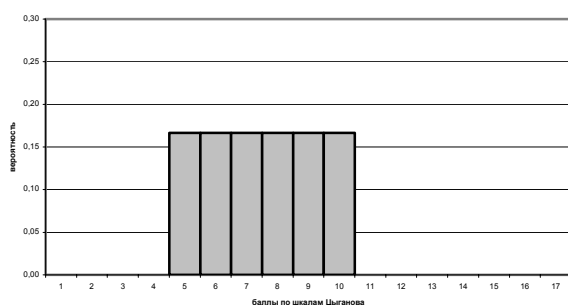


Рис. 6. Пример интервала значений шкал Цыганова (температура), трансформированного в ряд вероятностей.

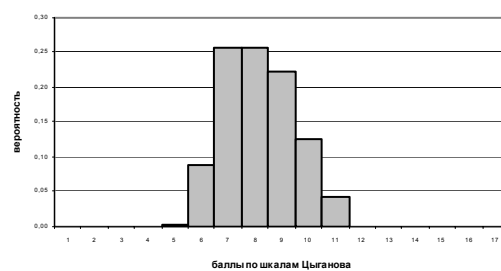


Рис. 8. Пример рассчитанного распределения вероятностей по фактору температура для площадки № 1123 (остепнённый склон у г. Менделеевск).

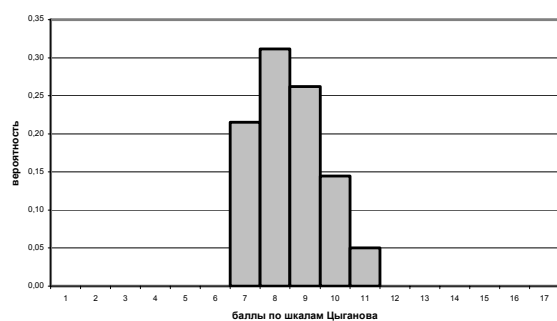


Рис. 7. Пример рассчитанного распределения вероятностей произрастания *Stipa pennata* по фактору температура.

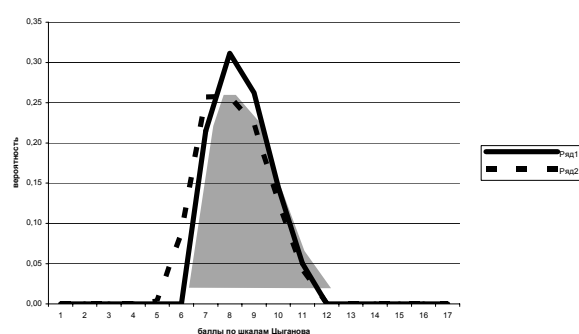


Рис. 9. Площадь перекрытия ниши вида (ряд 1) и условий местообитания (ряд 2) показывает вероятность произрастания вида в данных условиях (на примере *Stipa pennata* и площадки № 1123 (остепнённый склон г. Менделеевск)).

Для приведения распределения вероятностей к нормальному типу шкалы Цыганова были модифицированы на основе фактических наблюдаемых данных и получены векторы, описывающие нишу вида (рис. 7). Повторная оценка условий местообитаний по модифицированным шкалам позволила получить вектор распределения вероятностей значений факторов среды в конкретном местообитании (рис. 8). Векторы условий местообитаний сравнивались с векторами ниш видов с помощью показателя их перекрывания. Он рассчитывался по формуле:

$$p = \frac{\sum_{i=1}^{121} \min(p', p'')}{8},$$

где p' – значение вектора вероятности для вида, p'' – значение вектора вероятности для местообитания. Сумма минимальных значений одного из двух векторов затем была разделена по числу учитываемых факторов среды. Этим способом мы получаем степень перекрывания двух векторов, которая соответствует вероятности произрастания данного вида в конкретном местообитании при учёте его экологических условий (рис. 9). В результате пространственной интерполяции на территории РТ методом кригинга была получена сетка вероятности произрастания вида с шагом в 1 км и построена карта.

В качестве основы для построения модели, отражающей зависимость распространения видов от ландшафтных условий, были использованы карта типов местностей РТ и карта природного районирования РТ. Показателем, характеризующим зависимость распространения вида от конкретного ландшафтного выделения, была выбрана встречаемость вида в контурах этого типа. Встречаемость также может интерпретироваться и как вероятность произрастания вида в данных ландшафтных условиях. Для каждого типа местности была рассчитана встречаемость вида и создана неинтерполированная сетка на территорию РТ с шагом 1 км и построена соответствующая карта. Аналогичным способом были построены карты встречаемости по природным районам и растительным формациям.

Полученные пространственные модели послужили основой для расчёта итоговой карты-гипотезы потенциальных местообитаний вида. Вероятность нахождения вида в каждой точке вычислялась как среднее значение вероятностей в ней всех четырех сеток по каждому компоненту. Созданная итоговая карта визуализирует модель потенциальных местообитаний вида с учётом его экологической, ландшафтной и фитоценотической принадлежности (рис. 10).

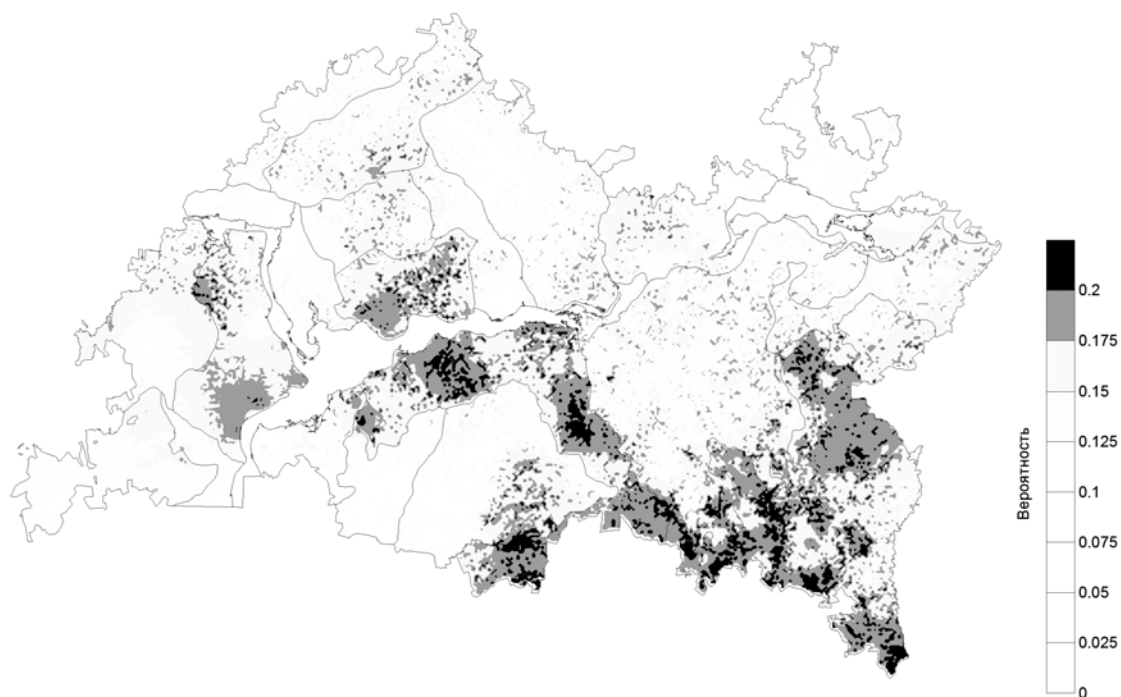


Рис. 10. Карта потенциальных местообитаний *Stipa pennata* на территории РТ, построенная с учётом эколого-ландшафтных особенностей распространения вида.

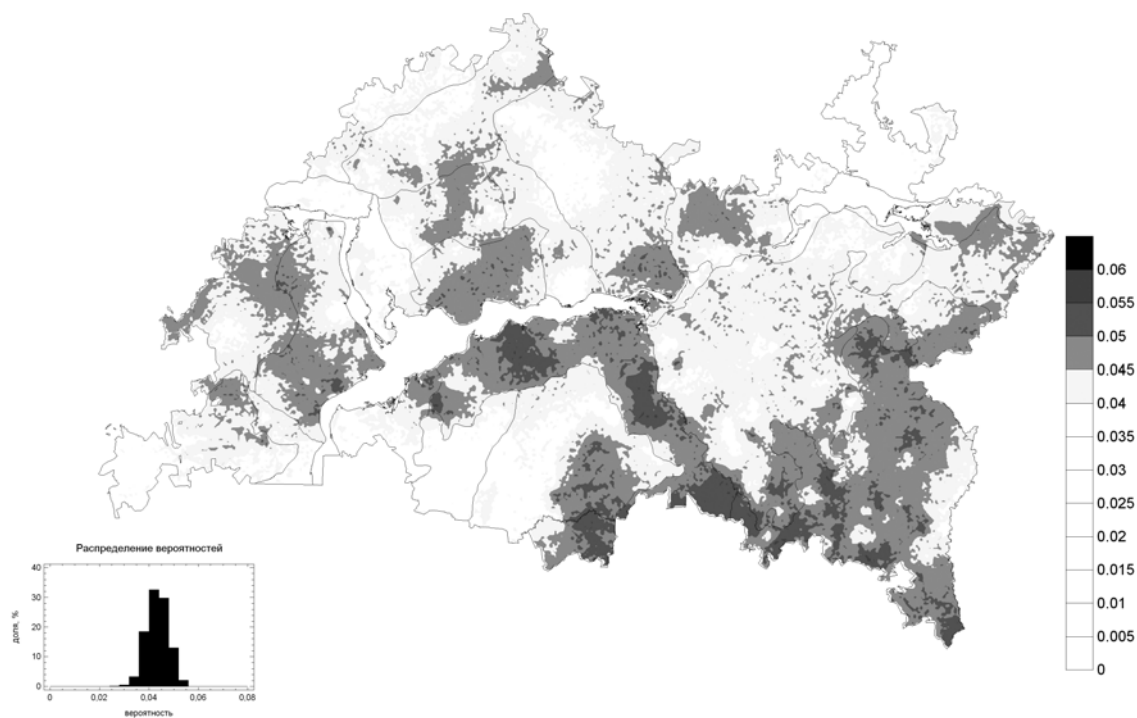


Рис. 11. Карта потенциальных местообитаний группы видов, находящихся в РТ на северной границе ареала.

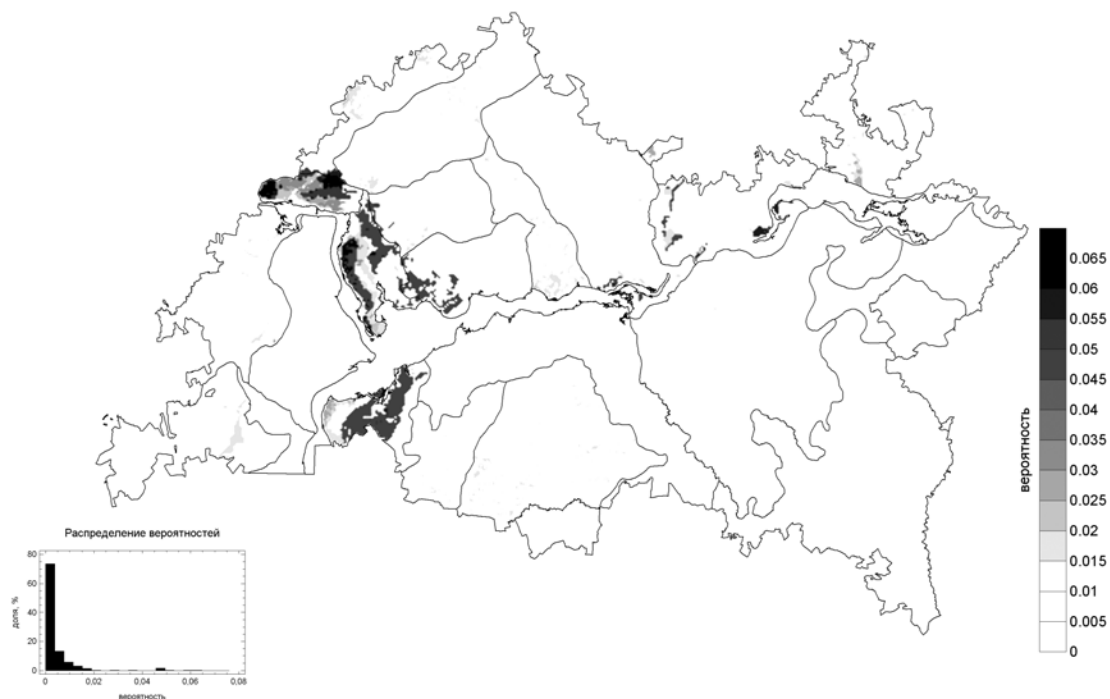


Рис. 12. Карта потенциальных местообитаний группы видов, находящихся в РТ на южной границе ареала.

Пространственные модели потенциальных мест распространения были построены для каждого из 503 исследуемых видов. В последствии нами была предпринята попытка составить модель распространения групп видов. Интерес представляли эколого-ценотические группы видов зональных типов сообществ – бореальная, каменисто-степная, верхово-болотная, а также группы видов по типам границ ареалов. Для анализа моделей были построены гистограммы распределения вероятностей.

Наиболее подходящие местообитания видов на северной границе ареала (рис.11) связаны в основном со склонами долин рек и овражно-балочных систем в Закамье РТ. Распределение вероятностей произрастания видов на северной границе ареала имеет вид, близкий к нормальному, причём его пик находится около 0.045 (4.5%). Относительно высокие значения вероятностей произрастания южных видов в большой степени обусловлены антропогенной трансформированностью ландшафтов республики, ведущей к уменьшению влажности, увеличению освещённости и температуры местообитаний. Это определяет своеобразную их "готовность" для продвижения южных теплолюбивых видов на север и формирования остепнённых ценозов.

Вероятность обитания видов на южной границе ареала (рис. 12) наибольших значений достигает в террасово-долинных ландшафтах Волги и Камы, местообитания комплекса бореальных видов чётко с ними связаны. Анализ распределения вероятностей показал, что на территории РТ резко преобладают местообитания малопригодные для произрастания "северных" видов. Распределение имеет вид, близкое к лог-нормальному, доля вероятностей от 0 до 0.005 составляет почти 75% и затем резко снижается.

Модели потенциальных местообитаний видов на восточной и западной границах ареала имеют сходные пространственные рисунки. Это связано со слабой ландшафтной и ценотической приуроченностью этих групп к определённым

типам и позволяет сделать вывод, что их распространение зависит больше от локальных мезоклиматических и эдафических факторов. Распределения вероятностей произрастания видов этих групп почти нормального типа с пиками около 0.08 у видов на западной границе ареала и около 0.15 у видов на восточной границе ареала.

Сравнительный анализ моделей групп видов по границам ареалов показал, что западные (европейские) виды находят на территории республики более благоприятные условия произрастания, а северные (бореальные) существуют в критически неблагоприятных, что необходимо учитывать при разработке мер их охраны.

ВЫВОДЫ

1. Наиболее значимыми критериями определения категорий редкости видов, наряду с традиционно используемыми численностью и встречаемостью, являются биогеографические, хорологические и экотопологические характеристики видов.
2. К числу видов при создании кадастра редких видов флоры РТ можно отнести 503 вида из 279 родов и 87 семейств, из которых к категории "Ex" (повидимому исчезнувшие) относится 13 видов, к категории "Cr" (критически угрожаемые) — 88 видов, к категории "En" (угрожаемые) — 129 видов, к категории "Vu" (уязвимые) — 124 вида, к категории "DD" (недостаточно данных) — 13 видов.
3. Таксономическая структура состава редких видов соответствует спектру региональной флоры Татарстана в целом, что подтверждается положением ведущих семейств (*Asteraceae*, *Poaceae*, *Fabaceae*). Соответствие спектров позволяет использовать редкие виды в качестве "суррогатов" для оценки состояния растительного покрова. Специфику флор природных районов отражают положение отдельных семейств (*Cyperaceae*, *Fabaceae*, *Ericaceae*) и эколого-ценотические спектры.
4. Наиболее уязвимыми в условиях бореального зонального экотона являются северные виды, что связано с изменениями условий экотопов, обусловленных смещением зональных границ под воздействием деятельности человека. Последние убежища многих лесных бореальных видов и видов верховых сфагновых болот связаны с сосновыми лесами террасово-долинных комплексов Волги и Камы. Степные виды и виды каменистых степей на северной границе ареалов находят благоприятные местообитания на карбонатных склонах южной экспозиции севернее от района основного их распространения на Бугульминско–Белебеевской возвышенности.
5. Экотопологический анализ распространения видов по элементам ландшафта выявляет значимые миграционные и резервационные функции овражно–балочных систем и долин малых и средних рек при продвижении южных степных (луговостепных, лесостепных) видов на север, а бореальных северных — на юг, обуславливая континуальность конкретных флор. Большое количество редких видов связано с интразональными сообществами пойм крупных рек.
6. Территориальный анализ, оценку состояния и прогноз распространения редких видов целесообразно осуществлять с применением автоматизированных информационных систем, компьютерного картографического мо-

делирования, с привлечением информации различных слоёв региональной ГИС. В структуру данных информационных систем целесообразно включать ареалогические данные, географическое распространение видов, их встречаемость в элементах ландшафта и типах фитоценозов.

7. В качестве основных параметров для прогнозного моделирования распространения редких видов растений целесообразно использовать вероятностные модели, учитывающие принадлежность видов к ландшафтным выделам различного иерархического уровня, типам фитоценозов, экологические требования вида и условия местообитаний.
8. Созданные модели потенциальных местообитаний 503 редких видов сосудистых растений на территории РТ подтверждают, что в наиболее угрожаемом состоянии находятся бореальные виды, в следствие ограниченности подходящих экотопологических условий. Распространение степных и лесостепных видов на территории РТ в перспективе может быть более широким, за счёт потенциально доступных местообитаний, что обусловлено как климатическими факторами, так и хозяйственной деятельностью человека. Европейские виды растений на восточной границе ареала могут найти благоприятные условия для распространения, что может рассматриваться как показатель неморализации зональных хвойно-широколиственных лесов.

СПИСОК РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

1. Рогова Т. В. Флористическая база данных в геоинформационных системах многоцелевого значения / Т. В. Рогова, В. Е. Прохоров, М. В. Яцык // Компьютерные базы данных в ботанических исследованиях. — СПб.: БИН РАН, 1997. — С. 85.
2. Ситников А. П. О находках нового и редких видов сосудистых растений в Республике Татарстан / А. П. Ситников, Э. И. Байбаков, Т. В. Рогова, В. Е. Прохоров // Бот. журн. — 1998. — Т. 83, № 5. — С. 116–119.
3. Рогова Т. В. Использование флористической базы данных для ведения Красной книги / Т. В. Рогова, В. Е. Прохоров // История, опыт работы и перспективы развития естественно-географического факультета КГПУ, ч. 2. — Казань, 1998 — С. 79–80.
4. Рогова Т. В. Формирование и ведение кадастра флористического разнообразия в составе региональной ГИС / Т. В. Рогова, В. Е. Прохоров, С. С. Мухарамова // Информационно-поисковые системы в зоологии и ботанике. — СПб.: ЗИН РАН, 1999. — С. 92–93.
5. Рогова Т. В. Ландшафтно-экологические особенности распространения флоры и растительности на территории РТ / Т. В. Рогова, В. Е. Прохоров // Проблемы ботанических баз данных. — М.: Патент, 2000. — С. 87–88.
6. Прохоров В. Е. Построение пространственной модели потенциальных местообитаний редких видов флоры РТ / В. Е. Прохоров // Актуальные экологические проблемы Республики Татарстан. — Казань: Отечество, 2004. — С. 195–196.
7. Бакин О. В. Некоторые результаты инвентаризации видов Красной книги Республики Татарстан / О. В. Бакин, В. Е. Прохоров, Т. В. Рогова // Современные аспекты экологии и экологического образования. — Казань, 2005. — С. 86–88.

8. Прохоров В. Е. О новых находках редких видов сосудистых растений в Республике Татарстан / В. Е. Прохоров // Современные аспекты экологии и экологического образования. — Казань, 2005. — С. 153–154.
9. Прохоров В. Е. Редкие виды растений / В. Е. Прохоров // Атлас Республики Татарстан. — М.: ПКО "Картография", 2005. — С. 123.
10. Фардеева М. Б. Общая характеристика наземной растительности города и его рекреационной зоны (на примере лесопарка "Лебяжье") / М. Б. Фардеева, В. Е. Прохоров // Экология города Казани. — Казань: АН РТ, 2005. — С. 148–158.
11. Прохоров В. Е. Список видов сосудистых (наземных) растений, зарегистрированных на территории г. Казани / В. Е. Прохоров // Экология города Казани. — Казань: АН РТ, 2005. — С. 510–525.
12. Рогова Т. В. Построение пространственной модели потенциальных местобитаний редких и охраняемых видов регионального биоразнообразия / Т. В. Рогова, А. А. Савельев, В. Е. Прохоров // Университетская география. — М.: Географический факультет, 2005. — С. 209–213.